



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 32 19 229.0  
22 Anmeldetag: 21. 5. 82  
43 Offenlegungstag: 24. 11. 83

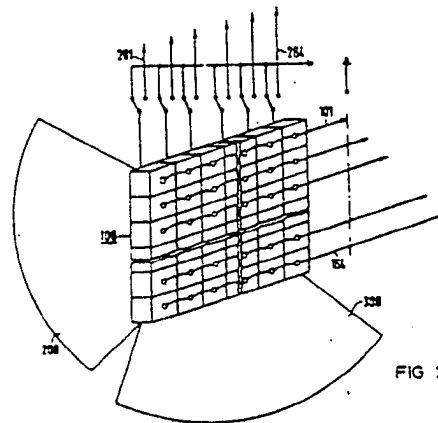
DE 32 19 229 A1

71 Anmelder:  
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

72 Erfinder:  
Borburgh, Jacobus, Dipl.-Ing.Dr., 8521 Poxdorf, DE

54 Vorrichtung zur Erzeugung zweier senkrecht aufeinanderstehender Ultraschall-Scan-Bereiche

Eine solche Vorrichtung besteht aus einer Anordnung von Ultraschall-Wandlern, die als Matrix mit  $m \times n$  Elementen aufgebaut ist, von denen jedes einzelne Wandlerelement in der Weise separat ansteuerbar ist, daß durch entsprechende Aktivierung einer beliebigen Anzahl aufeinanderfolgender Wandlerelemente das vorgegebene Scan-Format realisiert wird, sowie mit einer zugehörigen Ansteuerschaltung und einem Bildsignalvorarbeitungsgerät. Gemäß der Erfindung sind in der Matrix (100) jeweils die Elemente einer Zeile (101-164) einerseits und einer Spalte (201-264) andererseits elektrisch miteinander verbunden und legt die Ansteuerschaltung (505) entweder jeweils alle Spaltenelemente (201-264) auf Massepotential und steuert die Zeilenelemente (101-164) entsprechend verzögert an oder legt alle Zeilenelemente (101-164) auf Massepotential und steuert die Spaltenelemente (201-264) entsprechend verzögert an. (32 19 229)



DE 32 19 229 A1

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur simultanen Erzeugung zweier senkrecht aufeinanderstehender Ultraschall-Scan-Bereiche, vorzugsweise im Sektor- oder Trapez-Format, mit einer Anordnung von Ultraschall-Wandlern, die als Matrix aus  $m \times n$  Elementen aufgebaut ist, von denen jedes einzelne Wandlerelement in der Weise separat ansteuerbar ist, daß durch Aktivierung einer beliebigen Anzahl aufeinanderfolgender Wandlerelemente das vorgegebene Scan-Format in vorgegebener Richtung realisiert wird, sowie mit einer zugehörigen Ansteuerschaltung und einem Bildsignalverarbeitungsgerät, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t , daß in der Matrix (100) einerseits alle Elemente einer Zeile (101-164) und andererseits alle Elemente einer Spalte (201-264) elektrisch miteinander verbunden sind und daß die Ansteuerschaltung (505) entweder jeweils alle Spaltenelemente (201-264) auf Massepotential legt und die Zeilenelemente (101-164) entsprechend verzögert ansteuert oder alle Zeilenelemente (101-164) auf Massepotential legt und die Spaltenelemente (201-264) entsprechend verzögert ansteuert.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t , daß auf der einen Seite der Matrix (100) die Zeilenelemente (101-164) und auf der anderen Seite der Matrix (100) die Spaltenelemente (201-264) elektrisch kontaktiert sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t , daß die beiden senkrecht aufeinanderstehenden Scan-Bereiche unterschiedliche Ultraschall-Frequenzen beinhalten, wofür die Wandlerelemente der Matrix (100) Breitband-Ultraschall-Wandler sind, vorzugsweise auf Folienbasis, wie beispielsweise Polyvinylidendifluorid (PVDF).

. 2. VPA 82 P 3752 DE

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß mittels des Bildsignal-  
verarbeitungsgerätes (501-506) eine simultane Darstel-  
lung beider Scan-Felder auf einem oder zwei Sicht-  
5 schirmen (503, 504) als B-Bilder erfolgt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß mittels des Bildsignal-  
verarbeitungsgerätes (501-506) aus dem Feld der einen  
10 Scan-Richtung ein B-Bild aufgebaut wird, während aus  
dem Bildfeld der anderen Scan-Richtung wenigstens ein  
Ultraschall-Echosignal einer Verarbeitungseinheit für  
eine TM- und/oder einer Doppler-Signalauswertung zuge-  
führt wird.
- 15 6. Vorrichtung nach Anspruch 4, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß B-Bild sowie TM- und/oder  
Doppler-Signal simultan darstellbar sind.
- 20 7. Vorrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß die beiden Scan-Bereiche  
(200, 300) jeweils alternierend erzeugt werden.
8. Vorrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -  
25 k e n n z e i c h n e t , daß die Zeilen der beiden  
Scan-Bereiche (200, 300) jeweils sequentiell erzeugt  
werden, so daß beide Scan-Felder simultan vorliegen.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, d a d u r c h  
30 g e k e n n z e i c h n e t , daß die Bildfrequenz  
30 pro Sekunde ist, so daß in jeder Scan-Richtung 15  
Bilder pro Sekunde vorliegen.

21.05.82

3219229

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Berlin und München

3.

Unser Zeichen  
VPA 82 P 3752 DE

5 Vorrichtung zur Erzeugung zweier senkrecht aufeinander-  
stehender Ultraschall-Scan-Bereiche

- Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur  
simultanen Erzeugung zweier senkrecht aufeinanderstehen-  
10 der Ultraschall-Scan-Bereiche, vorzugsweise im Sektor-  
oder Trapez-Format, mit einer Anordnung von Ultraschall-  
Wandlern, die als Matrix aus  $m \times n$  Elementen aufgebaut  
ist, von denen jedes einzelne Wandlerelement in der  
Weise separat ansteuerbar ist, daß durch Aktivierung einer  
15 beliebigen Anzahl aufeinanderfolgender Wandlerelemente  
das vorgegebene Scan-Format in vorgegebener Richtung  
realisiert wird, sowie mit einer zugehörigen Ansteuer-  
schaltung und einem Bildsignalverarbeitungsgerät.
- 20 Insbesondere das Sektor-Scan-Verfahren hat sich bei  
Ultraschall-Untersuchungen in der Kardiologie bewährt.  
Dies ist deshalb vorteilhaft anwendbar, weil zwischen  
den Rippen des Patientenkörpers ein akustisches Fenster  
vorhanden ist, durch das ein gebündeltes Ultraschall-  
25 Scan-Feld eingestrahlt werden kann. Es ist so möglich,  
jeweils durch Aufsetzen des Ultraschallkopfes ein Quer-  
schnittsbild in entsprechender Schnittrichtung des  
Herzens in "real-time" zu erzielen. Damit können dann  
für eine diagnostische Kontrolle auf dem Sichtschirm  
30 eines Ultraschall-Bildsignalverarbeitungsgerätes un-  
mittelbar die Herzaktionen sichtbar gemacht werden.  
Allerdings ist mit einem solchen Scan-Verfahren immer  
lediglich ein bestimmtes Querschnittsbild erzielbar  
Zum Erreichen eines anderen Scan-Bereiches muß der  
35 Ultraschallkopf in eine andere Position gebracht wer-  
den.

. 4 .  
- 2 -

VPA 82 P 3752 DE

- Es ist denkbar, mittels zweier nebeneinander positionierter Sektor-Scan-Einrichtungen zwei Ultraschall-Querschnittsbilder des Herzens simultan zu erzeugen und auf einem oder zwei Sichtschirmen gleichzeitig darzustellen. Dazu wäre aber immer die jeweilige Winkelposition der Ultraschallköpfe zu ermitteln und bei der Bildsignalverarbeitung entsprechend zu berücksichtigen.
- 10 Darüber hinaus wird auch bereits vorgeschlagen, eine Anordnung mit einer Vielzahl von Ultraschall-Wandlern als Matrix mit  $m \times n$  Elementen aufzubauen, von denen jedes einzelne Wandlerelement separat ansteuerbar ist. Damit können bei Wahl geeigneter Ansteuermittel
- 15 praktisch dreidimensionale Scan-Bereiche mit beliebigen Konturen erzeugt werden. Solche als 3-D-Scan zu bezeichnende Ultraschall-Untersuchungsfelder können durch ein Programm vorgegeben werden oder auch durch die Untersuchungsperson frei wählbar sein.
- 20 Ein solches Ultraschall-Matrix-Array eröffnet mit den zugehörigen Steuermitteln ganz neue Möglichkeiten für kardiologische Untersuchungen. Beispielsweise kann die Kontur des Scan-Bereiches an die jeweils beim Patienten
- 25 individuell vorliegenden anatomischen Verhältnisse angepaßt werden. Dabei ist entscheidender Vorteil, daß der applizierte Ultraschallkopf mit Matrix-Array bei der Untersuchung nicht bewegt werden braucht. Beispielsweise kann nun die Scan-Richtung sukzessive in
- 30 einem beliebigen Winkel verdreht werden, so daß jeweils die aufgrund der vorliegenden Anatomie optimal mögliche Richtung wählbar ist. Es kann auch insbesondere ein Scan-Bereich als Teil eines oder mehrerer Kreisausschnitte vorgewählt werden.

Mit einem solchen Ultraschall-Matrix-Array ist es aber auch möglich, daß zwei oder mehrere Ultraschall-Scan-Schnitte gleichzeitig erzeugt werden, wobei speziell im ersten Fall für beide Scan-Richtungen vorzugsweise mit unterschiedlichen Frequenzen zu arbeiten ist, um gegenseitige Beeinflussungen auszuschließen. Die beiden Scan-Richtungen können in einem beliebigen Winkel zueinander stehen und einen beliebigen Linienverlauf haben. Besonders vorteilhaft ist es insbesondere für kardiologische Untersuchungen, wenn die beiden Scan-Richtungen gerade verlaufen und senkrecht aufeinanderstehen, so daß man zwei im rechten Winkel verlaufende Schnittdarstellungen des zu untersuchenden Herzens erhält.

Es ist offensichtlich, daß der Staeraufwand für die vorstehend geschilderten Konzeptionen vergleichsweise aufwendig ist. Der einfachste Fall für die Steuerung wird speziell der sein, wenn die beiden Scan-Richtungen senkrecht aufeinanderstehen. Aber auch in diesem Fall, wenn beispielsweise bei Verwendung eines 64 x 64 Element-Arrays 4096 Elemente angesteuert werden müssen, ist der elektronische Aufwand noch beträchtlich.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, Mittel anzugeben, mit denen zwei senkrecht aufeinanderstehende Ultraschall-Sektor-Scan-Felder realisiert werden können.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in der Matrix einerseits alle Elemente einer Zeile und andererseits alle Elemente einer Spalte elektrisch miteinander verbunden sind und daß die Ansteuerschaltung entweder jeweils alle Spaltenelemente auf Massepotential legt und die Zeilenelemente entsprechend verzögert ansteuert oder alle Zeilenelemente auf Massepotential legt und die Spaltenelemente entsprechend verzögert ansteuert.

Durch die Erfindung ist also eine vergleichsweise einfache Erzeugung der senkrecht aufeinanderstehenden Scan-Felder möglich. Dabei werden jeweils an die Masse-potentialschalter vergleichsweise hohe Anforderungen zu stellen sein, während für die HF-Schalter gleiches nicht in diesem Maße gilt. Vorzugsweise wird nach Art eines "phased array" ein Sektor-Scan-Format realisiert. Auch ein Trapez-Format oder auch ein Parallel-Scan ist mit der erfindungsgemäßen Ansteuerung der Zeilen- bzw. Spaltenelemente möglich.

Mit der Erfindung können beispielsweise zur elektronischen Erzeugung eines Sektor-Scans alternativ jeweils die Scan-Bereiche nacheinander in beiden Richtungen oder sequentiell einzelne Sektor-Scan-Linien aufgebaut werden.

Es sind dabei beide Scan-Bereiche simultan als B-Bilder auf einem oder zwei Sichtschirmen des Bildsignalverarbeitungsgerätes wiedergebar. Es ist aber auch möglich, einen Scan-Bereich als B-Bild darzustellen und aus dem zweiten Scan-Bereich Ultraschall-Echo-Signale einer Zeile einer Verarbeitungseinheit für eine TM- und/oder eine Doppler-Signalauswertung zuzuführen. Eine solche Darstellung kann bei kardiologischen Untersuchungen vorteilhaft sein, da in diesem Fall die Herzaktionen sowohl optisch auf dem Bildschirm dargestellt, als aber auch quantitativ als TM-Kurve ausgedruckt oder nach entsprechender Doppler-Signalauswertung die Ergebnisse alphanumerisch angezeigt oder auch akustisch dargestellt werden können.

Vorzugsweise kann bei allen Ausführungsformen der Erfindung bei festpositioniertem Ultraschallkopf eine Drehung der Scan-Richtungen erfolgen, wodurch die optimale räumliche Lage der Querschnitte und der Zeilen für die TM- und/oder Doppler-Auswertung bestimmt werden kann.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. Es zeigen:

5 Fig. 1 das Prinzip eines zweidimensionalen Arrays zur Erzeugung von dreidimensionalen Scan-Bereichen,

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung zur Erzeugung zweier senkrecht aufeinanderstehender  
10 Scan-Bereiche,

Fig. 3 die Kontaktierung eines Einzelwandlers und

Fig. 4 die Ansteuerschaltung blockschaltmäßig.  
15

In der Figur 1 bedeutet 1 eine Matrix aus  $m \times n$  Elementen. Beispielsweise kann ein derartiges Array aus 64 Spalten und 64 Zeilen gebildet sein. Bei Verwendung von feingeteilten Wandler-Arrays auf Folienbasis (sog. Polyvinyl-  
20 difluorid-(PVDF)-Folien) läßt sich ein derartiges Array beispielsweise in den Maßen 14 x 14 mm realisieren. Vorteilhafterweise ist die Verwendung solcher PVDF-Wandler als Breitbandwandler möglich. Beispielsweise können solche Wandler Ultraschall-Frequenzen von  $f_1 = 2$  MHz und  $f_2 =$   
25 4 MHz erzeugen.

Wesentlich ist nun, daß die Einzelelemente eines solchen zweidimensionalen Arrays derart ansteuerbar sind, daß beispielsweise ein Sektor-Scan mit einer Scan-Linie in vor-  
30 wählbarer Richtung erzeugbar ist. Geht man von der Voraussetzung aus, daß die beiden Scan-Richtungen aufeinander senkrecht stehen sollen, so ergeben sich wesentliche Vereinfachungen bei der Realisierung.

35 In der Figur 2 ist ein Ultraschall-Wandler-Array mit 100 bezeichnet. Die körperliche Struktur dieses Arrays ist im einzelnen angedeutet, wobei ein solches Array



vorzugsweise aus einzelnen Wandlerstäbchen besteht, was in älteren Patentanmeldungen bereits beschrieben ist.

- 5 Die Anschlußkontakte der einzelnen Wandlerelemente sind nun jeweils in der Weise miteinander verbunden, daß einerseits alle Elemente einer Zeile elektrisch kontaktiert sind und jeweils einen einzigen Leitungsausgang 101 bis 164 haben und daß andererseits alle
- 10 Elemente einer Spalte verbunden sind und jeweils eine elektrische Anschlußleitung 201 bis 264 aufweisen.

- Durch sukzessives verzögertes Ansteuern der einzelnen Zeilenelemente läßt sich beispielsweise ein erstes
- 15 Sektor-Scan-Feld erzeugen, welches nach dem Prinzip des "phased array" mit 200 bezeichnet ist. Durch sukzessives verzögertes Ansteuern der Spaltenelemente läßt sich ein entsprechendes Sektor-Scan-Feld in Längsrichtung erzeugen, das mit 300 bezeichnet ist
- 20 und senkrecht auf dem Sektor-Scan-Feld 200 steht. Es ist also lediglich erforderlich, die einzelnen Zeilen- bzw. Spaltenelemente elektrisch entsprechend von Massepotential auf Hochfrequenz umzusteuern. Solche Schalter sind mit 301 bis 364 angedeutet.

- 25 In der Figur 3 ist ein einzelnes Wandlerelement mit 400 bezeichnet. An den beiden Seiten sind elektrische Kontakte 401 bzw. 402 angebracht. Mittels Schalter 404 und 405 ist eine solche Steuerung möglich, daß die Anschluß-
- 30 kontakte des Wandlerplättchen 400 jeweils alternativ gemeinsam auf Massepotential oder an die HF-Steuerschaltung zur sukzessiven Ansteuerung umgeschaltet werden können. Dafür muß der Schalter 404 niederohmig sein, während für Schalter 405 übliche Schalter verwendet
- 35 werden können.

11.05.82

3219229

.9.

- 7 - VPA 82 P 3752 DE

Üblicherweise erfolgt beim Sektor-Scan-Verfahren die Ansteuerung in der Weise, daß 30 Bilder pro Sekunde erzeugt werden. Dies gewährleistet eine hinreichend gute Bildfolge und einen flimmerfreien Bildeindruck.

- 5 Da die Geschwindigkeit der Wandleransteuerung nicht in beliebigem Maße erhöht werden kann, werden bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 pro Sekunde 15 Bilder des Sektor-Scans 200 und 15 Bilder des Sektor-Scans 300 erzeugt, was noch einen hinreichenden Bildeindruck gewährleistet. Es kann jeweils alternativ die
- 10 Erzeugung der beiden Scan-Bereiche vollständig vorgenommen werden, wobei dann nach Aufbau eines Bildfeldes umgeschaltet wird; es können aber auch jeweils sukzessive die Zeilen sequentiell und damit beide Bildfelder zugleich
- 15 aufgebaut werden.

- In der Figur 4 bedeutet 500 ein Ultraschall-Applikator mit einem anhand der vorangehenden Figuren beschriebenen Wandler-Array. Mit 501 ist die Sende-/Empfangseinheit
- 20 des Wandler-Systems bezeichnet. Einem Scan-Konverter 502 sind z.B. zwei Sichtschirme 503 und 504, beispielsweise Fernsehmonitore, zugeordnet. Es ist auch die Darstellung beider Bildfelder auf einem Sichtschirm möglich.

- 25 Die Sende-/Empfangseinheit 501 für das Wandler-System wird von einer Steuerungseinheit 505 betrieben. Weiterhin ist eine zentrale Steuer- und Kontrolleinheit 506 zur Synchronisierung von Steuerelektronik und Scan-Konverter 502 vorhanden.

- 30 Beim Ausführungsbeispiel nach den Figuren 2 und 4 werden beide Scan-Felder als B-Bild auf dem Sichtschirm dargestellt. Es ist jedoch in bestimmten Anwendungsfällen sinnvoll, lediglich ein Scan-Feld als B-Bild darzustellen
- 35 und aus dem anderen Scan-Feld eine geeignete Zeile für

eine quantitative Signalverarbeitung herauszugreifen. Dabei kann ein solches Ultraschall-Echo-Signal beispielsweise in TM-Mode dargestellt werden, wodurch sich beispielsweise in der Kardiologie die Bewegung einer Herzklappe überwachen läßt. Es ist aber auch möglich, ein Ultraschall-Echosignal hinsichtlich seiner Dopplerefrequenzverschiebung auszuwerten. In diesem Fall wird das Echosignal einer geeigneten Auswerteeinrichtung zugeführt, womit beispielsweise die Blutflußgeschwindigkeit innerhalb des Herzens direkt bestimmbar und ausgebbar ist.

Da bei festpositioniertem Ultraschallkopf die beiden aufeinander senkrecht stehenden Scan-Richtungen auch gedreht werden können, ist die Möglichkeit gegeben, eine optimale Scan-Richtung für eine Bilddarstellung eines ersten Scan-Bereiches und die Abtastzeile für eine TM- und/oder Doppler-Signalauswertung zu ermitteln.

Durch die Erfindung ergeben sich also ganz neue Möglichkeiten bei der Ultraschall-Untersuchung. Aufgrund der Verwendung modernster Technologie für die Wandler-elemente sind derartige Arrays sehr klein und damit der gesamte Applikator kompakt ausgebildet.

Ein solcher Applikator zur Erzeugung zweier senkrecht aufeinanderstehender Scan-Bereiche eignet sich insbesondere für kardiologische Untersuchungen. Dafür wird beispielsweise ein Sektor-Format verwendet. Natürlich sind auch andere Anwendungsmöglichkeiten, wie z.B. abdominale Untersuchungen denkbar. Durch die beiden senkrecht aufeinanderstehenden Sektor-Scan-Bereiche kann bei solcher Anwendung beispielsweise die Volumenbestimmung von inneren Organen, wie der Niere erfolgen.

35

4 Figuren

9 Patentansprüche

- 11 -  
Leerseite

Nummer: 3219229  
Int. Cl.<sup>3</sup>: B06B 1/02  
Anmeldetag: 21. Mai 1982  
Offenlegungstag: 24. November 1983

- 13 -

82 P 3752

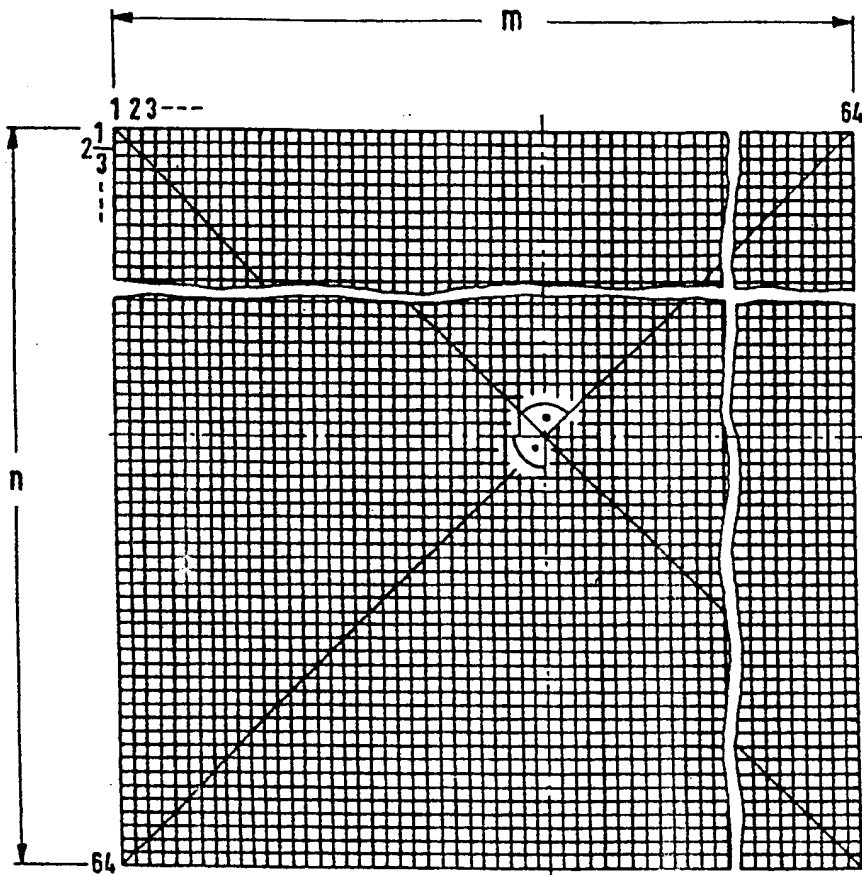


FIG 1

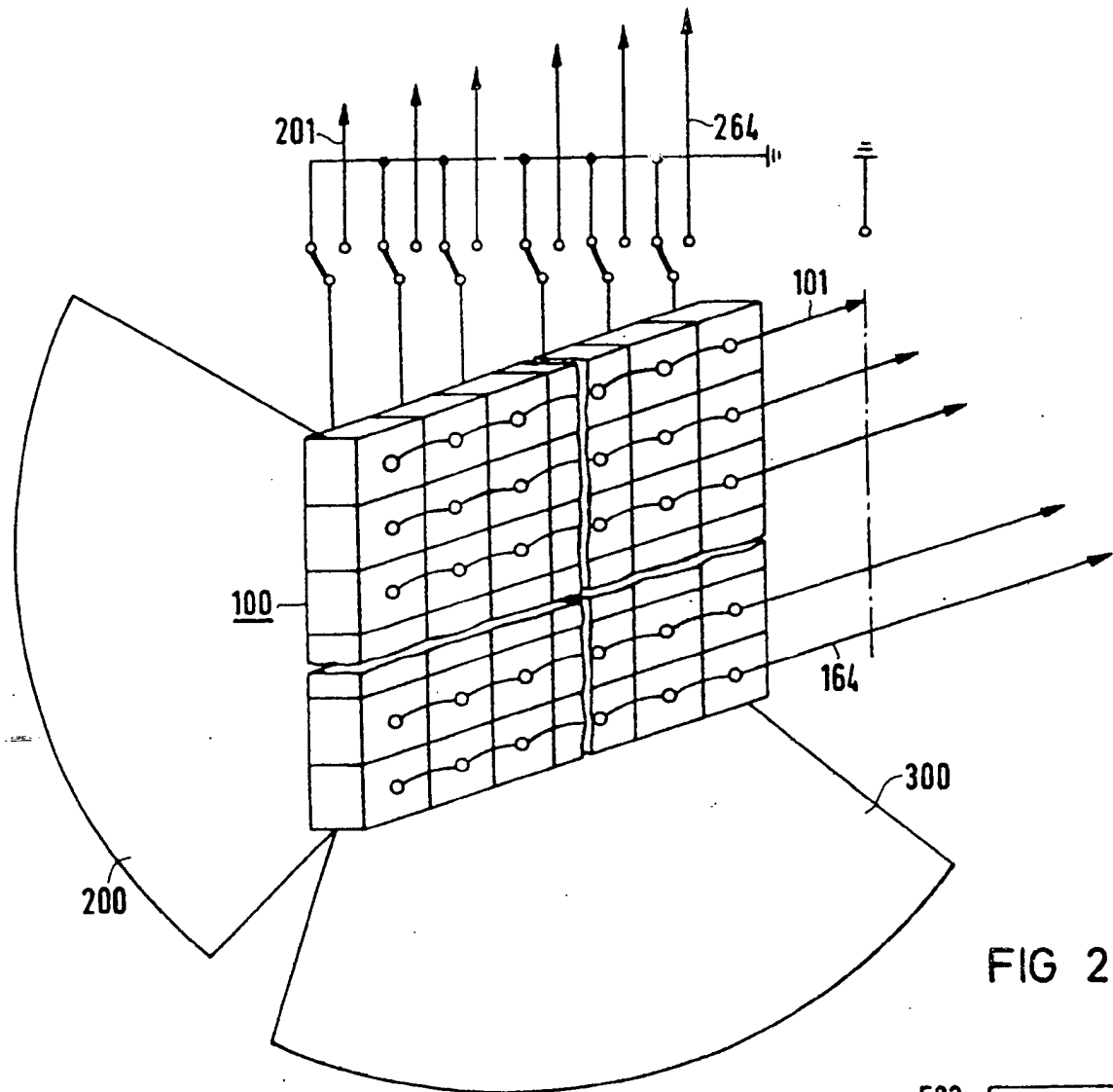


FIG 2

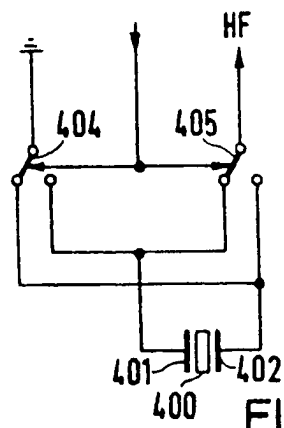


FIG 3

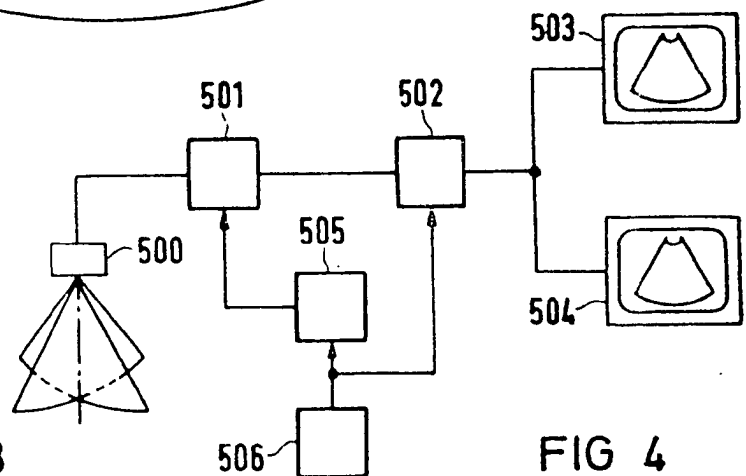


FIG 4